



<p>(51) 国際特許分類7 F16F 15/02, E04H 9/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/31436</p> <p>(43) 国際公開日 2000年6月2日(02.06.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06638</p> <p>(22) 国際出願日 1999年11月26日(26.11.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/335163 1998年11月26日(26.11.98) JP 特願平11/252526 1999年9月7日(07.09.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) バンドー化学株式会社 (BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.)[JP/JP] 〒652-0883 兵庫県神戸市兵庫区明和通3丁目2番15号 Hyogo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 松川浩和(MATSUKAWA, Hirokazu)[JP/JP] 松岡 宏(MATSUOKA, Hiroshi)[JP/JP] 大田一平(OHTA, Ippei)[JP/JP] 〒652-0883 兵庫県神戸市兵庫区明和通3丁目2番15号 バンドー化学株式会社内 Hyogo, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 前田 弘, 外(MAEDA, Hiroshi et al.) 〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町1丁目4番8号 太平ビル Osaka, (JP)</p> <p>(81) 指定国 NZ, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: SEISMIC ISOLATION DEVICE</p> <p>(54)発明の名称 免震装置</p> <div data-bbox="349 1276 1209 1633"> </div> <p>(57) Abstract</p> <p>A seismic isolation device (A) comprising a support (3) that supports an upper plate (1) for horizontal slide movement relative to a lower plate (2), and a rubber member (8) that elastically connects at least portions of the outer peripheries of the upper and lower plates (1, 2) so that it serves as an elastic body that will be deformed when the upper plate (1) is horizontally slid relative to the lower plate (2), wherein, in order to obtain satisfactory seismic isolation effects while reducing the horizontal dimension, the support (3) is made in the form of a lamination by vertically alternately stacking pluralities of resin plates (3a) and metal plates (3b) such that a metal plate (3b) and at least one of the resin plates (3a) adjoining the upper and lower sides of the metal plate (3b) will be relatively and horizontally slid upon occurrence of an earthquake.</p>		

(57)要約

上板 1 を下板 2 に対して相対的に水平方向に摺動可能に支持する支持体 3 と、上板 1 及び下板 2 の外周部の少なくとも一部同士を弾性的に接続して、該上板 1 が下板 2 に対して相対的に水平方向に摺動したときに変形する弾性体としてのゴム部材 8 とを備えた免震装置 A に対して、水平方向に小さくしつつ、良好な免震効果が得られるようにするために、上記支持体 3 を、複数の樹脂板 3 a と金属板 3 b とが上下方向に交互に積層されてなるものとし、この金属板 3 b と該金属板 3 b の上側及び下側の少なくとも一方に隣接する樹脂板 3 a とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GW	ギニア・ビサウ	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	HR	クロアチア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HU	ハンガリー		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	ID	インドネシア	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IL	イスラエル	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボアール	IN	インド	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IS	アイスランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IT	イタリア	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	JP	日本	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	KE	ケニア	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KP	北朝鮮	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KR	韓国	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク			RO	ルーマニア		

明 細 書

免震装置

技術分野

本発明は、建築物等の上部構造物と基礎との間に設けられ、地震に対する該上部構造物の揺れを抑えるようにした免震装置に関する。

背景技術

従来より、この種の免震装置としては種々のものが提案されており、例えば特開昭60-250143号公報に示されているように、上部構造物に連結される上板と、基礎に連結される下板との間に、荷重支持機能とすべり機能とを有する（上板を下板に対して相対的に水平方向に摺動可能に支持する）支持体（ベアリングプレート）を設け、この支持体を筒形のゴムばねにより密封するようにすることが提案されている。このような摺動タイプの免震装置では、地震発生時に支持体により上板が下板に対して水平方向に摺動することで、急激な振動を長周期化して和らげると共に、地震収束後はゴムばねの復元力により上板及び上部構造物を摺動前の位置に戻すことができる。また、摺動する部分の動摩擦力が減衰力として作用して、振動を早期に収束させる。

しかし、上記従来のもものでは、地震発生時において上板の下板に対する相対摺動量を大きくして十分な免震効果を得るためには、上板が下板に対して相対摺動したときに支持体がゴムばねに当接して該ゴムばねを変形させないように支持体とゴムばねとの間に十分な隙間を取っておく必要があり、その分だけ免震装置が水平方向に大きくなるという問題がある。一方、支持体の外径を小さくすることにより、免震装置を大きくしないで上記隙間を十分に取ることは可能であるが、このようにすると、上部構造物の荷重がかかる上板を支持体により確実に支持することができなくなると共に、地震発生時に上部構造物が傾く等して免震装置に水平方向に対して斜めの力が作用した場合、互いに摺動する摺動面の一方が他方に対して傾いた状態で接触し易くなるた

め、摺動性が悪化して十分な免震効果が得られなくなる。

本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、上記のような摺動タイプの免震装置において、その構成を改良することによって、免震装置を水平方向に小さくしつつ、良好な免震効果が得られるようにすることにある。

発明の開示

上記の目的を達成するために、本発明では、支持体を、複数の樹脂板と金属板とが上下方向に交互に積層されてなるものとし、この金属板と該金属板の上側及び下側の少なくとも一方に隣接する樹脂板とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成した。

具体的には、上部構造物と連結される上板と、該上板の下側に対向して設けられ、基礎と連結される下板と、上記上板及び下板間における外周部以外の部分に設けられ、該上板を下板に対して相対的に水平方向に摺動可能に支持する支持体と、上記上板及び下板の外周部の少なくとも一部同士を弾性的に接続して、該上板が下板に対して相対的に水平方向に摺動したときに変形する弾性体とを備え、地震に対する上記上部構造物の揺れを抑えるようにした免震装置を対象とし、上記支持体は、複数の樹脂板と金属板とが上下方向に交互に積層されてなり、上記金属板と該金属板の上側及び下側の少なくとも一方に隣接する樹脂板とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成されているものとする。

上記の構成により、地震発生時に支持体の樹脂板と金属板とが相対的に水平方向に摺動し、このとき、樹脂板及び金属板は、弾性体の変形と同様に、上側に位置するほど下板に対して大きく水平方向に摺動し、支持体の最上部に位置する樹脂板又は金属板と最下部に位置する樹脂板又は金属板との相対摺動量と略同じだけ上板が下板に対して相対的に水平方向に摺動し、このことで、急激な振動を長周期化して和らげる。また、地震収束後は弾性体の復元力により上板及び上部構造物を摺動前の位置に戻すことができる。そして、上述の如く樹脂板及び金属板が弾性体の変形と同じように上側に位置するほど下板に対して大きく摺動するので、支持体と弾性体との隙間をあま

り取らなくても、弾性体が樹脂板及び金属板によって局部的に大きく変形させられることはない。したがって、樹脂板及び金属板の外径をある程度大きくしても免震装置が水平方向にそれ程大きくなることはなく、樹脂板及び金属板の外径を適切な大きさにすることで、通常時だけでなく地震発生時においても上部構造物の支持性が向上すると共に、地震発生時に上部構造物が傾く等して免震装置に水平方向に対して斜めの力が作用したとしても、相対向する摺動面の一方が他方に対して傾くことはなく、互いにスムーズに摺動する。よって、免震装置を水平方向に小さくしつつ、良好な免震効果を得ることができる。

上記免震装置の支持体は、該支持体の金属板と該金属板の上側及び下側のいずれか一方に隣接する樹脂板とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成され、上記支持体の金属板と該金属板の他方に隣接する樹脂板との間に弾性シート部材が介装されていることが好ましい。

このようにすれば、地震発生直後において相対向する摺動面同士が静止状態から動摩擦状態へ移行する前には、弾性シート部材が水平方向にせん断変形するので、樹脂板及び金属板が互いに摺動しなくても、このせん断変形により上板が下板に対して相対的に水平方向に僅かに移動することとなり、相対向する摺動面同士が動摩擦状態に移行しても上板に大きな加速度変化が生じるのを抑制することができる。すなわち、弾性シート部材が無い場合、静止摩擦力による静止状態から動摩擦状態へ移行したときに上板が下板に対して急激に動き出すことになるために、上板に大きな加速度変化が生じる。この上板の加速度変化は、地震動の加速度変化よりもかなり小さいため、上部構造物の一階部分では免震装置による免震効果が十分に得られるものの、上部階ほど上記上板の加速度変化を受けて水平振動加速度が大きくなり、免震装置による振動低減効果が低下する傾向にある。このような傾向は、特に木造住宅等のように2階建て又は3階建ての軽量建築物において顕著になる。しかし、この構成では、上記上板の加速度変化を弾性シート部材によって抑えるので、上部階における免震効果の低下を抑制することができる。よって、どの階においても良好な免震効果が確実に得られる。

このように弾性シート部材を設ける場合、支持体の弾性シート部材は、その上下両側の樹脂板及び金属板に固着され、上記金属板の外径が、上記樹脂板よりも小さく設定されていることが望ましい。このことで、慣性の大きな金属板が水平方向に大きく摺動して弾性体を局部的に大きく変形させるのを防止することができる。また、金属板の外径を樹脂板よりも小さくすることで、金属板が弾性体に当接するのを確実に防止することができる。よって、金属板による弾性体の破損を防ぐことができる。

また、この場合、支持体における樹脂板の外周面と上下面との各角部に、面取りが施されていることが望ましい。こうすることで、樹脂板が弾性体に当接してもその角部で弾性体が破損したりすることはなく、免震装置の作動中に弾性体の機能が阻害されるのを確実に防止することができる。

上記免震装置においては、支持体において地震発生時に互いに水平方向に摺動し得る樹脂板及び金属板間の動摩擦係数が、 $0.03 \sim 0.2$ に設定されていることが好ましい。すなわち、樹脂板及び金属板間の動摩擦係数は、 0.03 よりも小さいと、振動の減衰作用が小さくて振動が収まり難くなる一方、 0.2 よりも大きいと、震度がかかなり大きい地震でないと免震効果が十分に発揮されないので、 $0.03 \sim 0.2$ としている。よって、震度の大きさに関係なく良好な免震効果が得られる。

また、上記免震装置においては、弾性体は、上板及び下板の外周部全周同士を接続しかつ支持体を全周に亘って覆う筒状のゴム部材からなるものとするのが好ましい。こうすることで、上板が下板に対してどの方向に摺動しても、筒状ゴム部材に方向性のない安定した復元力が発生すると共に、ゴム部材内部や支持体の相対向する摺動面にゴミや埃が入るのを防止することができるので、長期に亘って安定した摺動性を維持することができる。

このように弾性体を筒状のゴム部材で構成する場合、支持体の最上部及び最下部に、樹脂板がそれぞれ配設され、上記両樹脂板の外径が他の樹脂板よりも小さく設定されていることが望ましい。すなわち、ゴム部材の上板及び下板との接続部は、大きな応力が発生しかつ応力集中が生じ易い部分であるので、支持体の最上部及び最下部に配設された樹脂板が当接することにより損傷を受け易い。しかし、この構成では、支持

体の最上部及び最下部に配設された樹脂板の外径が他の樹脂板よりも小さいので、その両樹脂板をゴム部材の上板及び下板との接続部に当接させないようにすることができ、ゴム部材に損傷を与えるのを抑制することができる。また、たとえ上記両樹脂板がゴム部材に当接したとしても、金属板が当接する場合よりもゴム部材の損傷の程度は小さくて済み、ゴム部材を効果的に保護することができる。

また、上記支持体の最上部及び最下部に配設された両樹脂板が、上板の下面及び下板の上面にそれぞれ固着されていることが望ましい。こうすることで、樹脂板によるゴム部材の上板及び下板との接続部における損傷を確実に防止することができると共に、その接続部の肉厚を他の部分よりも厚くして強度を向上させることができ、接続部の繰り返し変形による損傷をも防止することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態1に係る免震装置を示す断面図である。

図2は、図1の免震装置の組立手順を示す分解図である。

図3は、図1の免震装置の作動時の状態を示す図1相当図である。

図4は、実施形態1の変形例を示す図1相当図である。

図5は、免震装置を個人住宅に適用してその免震効果を調べる試験の要領を示す概略図である。

図6は、実施形態2に係る免震装置を示す断面図である。

図7は、図6の免震装置における支持体の樹脂板と金属板とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動した状態を示す図6相当図である。

図8は、図6の免震装置における支持体の弾性シート部材が地震発生直後にせん断変形した状態を示す図6相当図である。

図9は、振動解析において免震装置を設けた上部構造物と基礎との間における免震層の水平せん断特性を示すグラフである。

図10は、振動解析結果として各階での振動加速度の変化を示すグラフである。

図11は、弾性体として積層体を用いた変形例を示す図6相当図である。

発明を実施するための最良の形態

実施形態 1

図 1 は、本発明の実施形態 1 に係る免震装置 A を示し、この免震装置 A は、建築物等の上部構造物と基礎との間に設けられ、地震に対する該上部構造物の揺れを抑えるようにしたものである。上記免震装置 A は、上記上部構造物と連結される円形のステンレス鋼製上板 1 と、この上板 1 の下側に対向して設けられ、上記基礎と連結される同じく円形のステンレス鋼製下板 2 とを備えている。

上記上板 1 及び下板 2 間における外周部以外の部分には、上板 1 を下板 2 に対して相対的に水平方向に摺動可能に支持する支持体 3 が設けられている。この支持体 3 は、5 つの円形樹脂板 3 a と 4 つの円形金属板 3 b とが上下方向に交互に積層されてっており、支持体 3 の最上部及び最下部には、樹脂板 3 a がそれぞれ配設されている。上記支持体 3 の金属板 3 b は、外径が樹脂板 3 a よりも小さくなるように形成されていて、該金属板 3 b の上側及び下側のいずれか一方に隣接する樹脂板 3 a に接合固定されている（上下方向中央に位置する樹脂板 3 a よりも上側の金属板 3 b は、その上側の樹脂板 3 a に、また上下方向中央に位置する樹脂板 3 a よりも下側の金属板 3 b は、その下側の樹脂板 3 a にそれぞれ固定されている）。そして、上記金属板 3 b と該金属板 3 b の他方に隣接する樹脂板 3 a とは、単に接触しているだけであって、地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得る状態となっている。また、最上部及び最下部の樹脂板 3 a も上板 1 及び下板 2 に対してそれぞれ相対的に摺動可能なようになされている。尚、図 1 では、説明の都合上、摺動し得る樹脂板 3 a 及び金属板 3 b 間並びに樹脂板 3 a 及び上板 1 又は下板 2 間は、隙間をあけて描いている（図 3、図 4、図 6～図 8 及び図 11 においても同じ）。

上記支持体 3 の樹脂板 3 a は、超高分子量ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ナイロン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリアセタール等の潤滑性樹脂からなっており、高圧縮に耐えられるようにこれらの樹脂に補強材としてガラス繊維、アラミド繊維、カーボン繊維、金属酸化物ウィスカーを含有してもよく、さらに潤滑剤を含有さ

せてもよい。一方、上記金属板 3 b はステンレス鋼からなっている。そして、互いに摺動可能な樹脂板 3 a 及び金属板 3 b 間の動摩擦係数は 0.03 ~ 0.2 に設定することが望ましい。これは、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b 間の動摩擦係数が 0.03 よりも小さいと、振動を減衰させる効果が小さくて振動が収まり難くなる一方、0.2 よりも大きいと、震度がかかなり大きい地震でないと免震効果が十分に発揮されないからである。尚、上記樹脂板 3 a と金属板 3 b との間にシリコンオイルやグリス等を塗布して動摩擦係数を上記範囲内に調整してもよい。但し、上記のように樹脂板 3 a 及び金属板 3 b をそれぞれ潤滑性樹脂及びステンレス鋼で構成すれば、通常は、グリス等を塗布しなくても動摩擦係数を上記範囲内にすることができる。また、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の各摺動面に、摺動時の放熱用の凹溝を設けるようにしてもよい。

上記金属板 3 b の外径は樹脂板 3 a よりも小さく設定されており、樹脂板 3 a の外周部が金属板 3 b の外周面よりも径方向外側に突出している。また、支持体 3 の最上部及び最下部に配設された両樹脂板 3 a の外径は、他の樹脂板 3 a よりも小さく設定されている。さらに、樹脂板 3 a の外周面と上下面との各角部には円弧状の面取りが施されて丸味が付けられている。尚、樹脂板 3 a の厚みは金属板 3 b よりも大きく、高圧縮に十分に耐えられるようになされている。

上記上板 1 及び下板 2 の外周部の全周同士は、支持体 3 を全周に亘って覆う円筒状のゴム部材 8 (弾性体) により弾性的に接続されている。つまり、このゴム部材 8 の上端部は上板 2 の外周部に加硫接着されている一方、下端部はステンレス鋼製のリング部材 6 に加硫接着されて、このリング部材 6 と下板 2 の外周部とが複数のネジ 7 により互いに固定されている。このことで、上板 1 及び下板 2 間の空間は略密閉状にされている。上記ゴム部材 8 は、天然ゴム若しくは合成ゴムを主体とする配合ゴム又はそのいずれかの配合ゴムの繊維で補強した複合材からなっていて、破断伸びが 600 % 以上になるようになされている。そして、ゴム部材 8 は、上板 1 が下板 2 に対して相対的に水平方向においてどの方向に摺動したときにも伸びて上板 1 を摺動前の位置に復帰させる復元力を発生するようになっている。また、上記ゴム部材 8 の上下両端部は、その肉厚が上下方向中央部よりも滑らかに厚くなるように円弧状に形成されて、

上板 1 が下板 2 に対して水平方向に摺動したときに応力集中を緩和するようになっている。上記ゴム部材 8 の上下両端部を除く部分の内径は、支持体 3 における最上部及び最下部以外の 3 つの樹脂板 3 a の外径と略同じに（僅かに大きく）設定されている。

以上の構成からなる免震装置 A の組立方法を図 2 により説明する。

まず、ゴム部材 8 の上端面に上板 1 を加硫接着させる一方、下端部の外周部にリング部材 6 を加硫接着させて、支持体 3 の収容部を形成する。

次いで、予め接着剤等で接合固定した 4 組の樹脂板 3 a 及び金属板 3 b と、上下方向中央に位置する 1 つの樹脂板 3 a とで支持体 3 を構成してこの支持体 3 を上記収容部内に入れ、その後、下板 2 を上記リング部材 6 に各ネジ 7 により結合することで免震装置 A が完成する。

上記免震装置 A を上部構造物を構成する柱等と基礎との間に設ける場合、上板 1 を上部構造物に、下板 2 を基礎にそれぞれボルトにより取付固定する（図示は省略するが、上板 1 及び下板 2 の外周部にボルト挿通用の孔を形成しておく）。このように免震装置 A を上部構造物と基礎との間に設けておけば、地震発生時には支持体 3 の互いに摺動可能な樹脂板 3 a と金属板 3 b とが相対的に水平方向に摺動する。このとき、図 3 に示すように、ゴム部材 8 の変形と同様に、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b は上側に位置するほど下板 2 に対して大きく水平方向に摺動し、支持体 3 の最上部に位置する樹脂板 3 a と最下部に位置する樹脂板 3 a との相対摺動量と略同じだけ上板 1 が下板 2 に対して相対的に摺動し、このことで、急激な振動を長周期化して和らげる。この結果、上部構造物の水平揺れを抑えることができ、上部構造物内部に設置したものが倒れるのを防止することができる。また、上板 1 が下板 2 に対してずれた方向にゴム部材 8 が変形して伸びるため、ゴム部材 8 に上板 1 を摺動前の位置に復帰させる復元力が発生し、地震収束後はこの復元力により上板 1 及び上部構造物を摺動前の位置に戻ることができる。このゴム部材 8 は、上板 1 が下板 2 に対して水平方向においてどの方向に摺動したときにも同じ復元力が発生するので、どの方向からの地震力に対しても同じように機能させることができる。

そして、支持体 3 の最上部及び最下部以外の樹脂板 3 a とゴム部材 8 との間には殆

ど隙間を設けていないが、上述の如く樹脂板 3 a 及び金属板 3 b がゴム部材 8 に沿うように上側に位置するほど下板 2 に対して大きく水平方向に摺動するので、ゴム部材 8 は上下方向全体に亘って一様に変形し、局部的に大きく変形させられることはない。したがって、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の外径をある程度大きくしても、ゴム部材 8 との隙間を取る必要がないので、免震装置 A が水平方向に大きくなることはなく、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の外径を適切な大きさにすることで、通常時だけでなく地震発生時においても上部構造物の支持性が向上すると共に、地震発生時に上部構造物が傾く等して免震装置 A に水平方向に対して斜めの力が作用したとしても、相対向する摺動面の一方が他方に対して傾くことはなく、互いにスムーズに摺動する。また、上記のように樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の外径を適切な大きさにすることで、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の積層数をそれ程多くしなくても、上部構造物の支持性を維持しつつ上板 1 の下板 2 に対する相対摺動量を大きくすることができ、この結果、免震装置 A の高さを比較的低く抑えることができる。よって、免震装置 A を小型化しつつ、良好な免震効果を得ることができる。

また、金属板 3 b は、該金属板 3 b の上側及び下側のいずれか一方に隣接する樹脂板 3 a に接合固定されているので、慣性の大きな金属板 3 b が水平方向に大きく摺動してゴム部材 8 を局部的に大きく変形させることはない。そして、樹脂板 3 a の外周面と上下面との各角部に面取りが施されているので、樹脂板 3 a がゴム部材 8 に当接しても、ゴム部材 8 が損傷することはない。

さらに、支持体 3 の最上部及び最下部に配設された両樹脂板 3 a の外径が他の樹脂板 3 a よりも小さく設定されているので、その両樹脂板 3 a がゴム部材 8 における上板 1 及びリング部材 6 との接続部に当接しないようにすることができる。つまり、ゴム部材 8 の応力集中が生じ易い部分を効果的に保護することができ、ゴム部材 8 の損傷を防止することができる。

尚、上記実施形態 1 では、支持体 3 の金属板 3 b を、該金属板 3 b の上側及び下側のいずれか一方に隣接する樹脂板 3 a に接合固定したが、上側及び下側の両方に隣接する樹脂板 3 a と相対的に水平方向に摺動し得るように構成してもよい。この場合、

金属板 3 b の外周面と上下面との各角部にも面取りを施すようにすることが望ましい。

また、上記実施形態 1 では、支持体 3 の最上部及び最下部に配設された両樹脂板 3 a をそれぞれ上板 1 及び下板 2 に対して相対的に摺動可能なように構成したが、図 4 に示すように、その両樹脂板 3 a を上板 1 の下面及び下板 2 の上面にそれぞれ接合固定するようにしてもよい。このようにすれば、支持体 3 の最上部及び最下部の両樹脂板 3 a がゴム部材 8 における上板 1 及びリング部材 6 との接続部に当接してゴム部材 8 が損傷するのを確実に防止することができる。そして、この場合、支持体 3 の最上部及び最下部の両樹脂板 3 a は金属板 3 b と固定しないで単独で用いると共に、上下方向中央部の樹脂板 3 a は、その上下両面に金属板 3 b を固定した状態で用いるようにすればよい。また、上板 1 とゴム部材 8 との接続を、下板 2 と同様に、リング部材 6 を介して行うようにすれば、免震装置 A をその上下方向中央線に対して対称形状にすることができる。

ここで、実際に上記実施形態 1 と同様の免震装置 A を作製してその免震効果を調べた。すなわち、樹脂板 3 a をナイロン樹脂製とし、金属板 3 b をステンレス鋼製として上記実施形態 1 と同じ構成の支持体 3 を作製し、この支持体 3 を用いて 4 つの免震装置 A を作製した。この各免震装置 A を、図 5 に示すように、個人住宅における上部構造物 2 1 の四隅に位置する各柱 2 2 と基礎 2 3 との間にそれぞれ設けた。この基礎 2 3 は、試験のために複数のコロ上に設置されていて、この基礎 2 3 に対して水平方向に振動を加えて揺らすことが可能とされている。尚、上記各免震装置 A の水平方向の摩擦係数は 0.1 であり、水平方向ばね定数は $4.4 \times 10^4 \text{ N/m}$ であった。また、上部構造物 2 1 の質量は、一般の木造住宅と略同じ 40 t とした。

そして、上記基礎 2 3 に対して水平方向に地震波を入力して上部構造物 2 1 の振動減衰効果を調べた。この結果、上部構造物 2 1 の水平方向の最大加速度は入力波の約 $1/5$ に低減し、最大水平変位は約 15 cm 以下となり、免震効果が十分に発揮されていることが確認された。

実施形態 2

図 6 は本発明の実施形態 2 を示し（尚、図 1 と同じ部分については同じ符号を付し

てその詳細な説明は省略する)、上記実施形態1において互いに接合固定した樹脂板3aと金属板3bとの間に円形の弾性シート部材3cを介装したものである。

すなわち、この実施形態2では、支持体3は、該支持体3の金属板3bと該金属板3bの上側及び下側のいずれか一方に隣接する樹脂板3aとが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成され、この支持体3の金属板3bと該金属板3bの他方に隣接する樹脂板3aとの間に、金属板3bと略同径の弾性シート部材3cが介装されている。この弾性シート部材3cは、合成ゴム、天然ゴム、低弾性の熱可塑性樹脂等からなっていて、厚さは1～10mmに設定されている。そして、弾性シート部材3cは、その上下両側の樹脂板3a及び金属板3bに接着剤(エポキシ系やシアシオン系等)により固着されて、該樹脂板3a及び金属板3bと共に一体化されている。尚、支持体3の最上部及び最下部に配設された両樹脂板3aは、この実施形態2では、上板1の下面及び下板2の上面にそれぞれ接合固定されている(上記実施形態1のように摺動可能にしてもよい)。

上記免震装置Aを上部構造物と基礎との間に設けておけば、地震発生時には、上記実施形態1と同様に、図7に示すように、樹脂板3a及び金属板3bがゴム部材8に沿うように上側に位置するほど下板2に対して大きく水平方向に摺動し、上部構造物の水平揺れを抑える。そして、地震発生直後において樹脂板3a及び金属板3bの摺動面同士が静止状態にあるときには、図8に示すように、弾性シート部材3cが水平方向にせん断変形するので、樹脂板3aと金属板3bとが摺動しなくても、この弾性シート部材3cのせん断変形により上板1が下板2に対して相対的に水平方向に僅かに移動することとなり、上記摺動面同士が動摩擦状態に移行しても上板1に大きな加速度変化が生じるのを抑制することができる。すなわち、弾性シート部材3cが無い場合、静止摩擦力による静止状態から動摩擦状態へ移行したときに上板1が下板2に対して急激に動き出すために、上板1に大きな加速度変化が生じる。この上板1の加速度変化は、地震動の加速度変化よりもかなり小さいため、上部構造物の一階部分では免震装置Aによる免震効果が十分に得られるものの、上部階ほど上記上板1の加速度変化を受けて水平振動加速度が大きくなり、免震装置Aによる振動低減効果が低下

する傾向にある。このような傾向は、特に木造住宅等のように2階建て又は3階建ての軽量建築物において顕著になる。しかし、この実施形態2では、上記上板1の加速度変化を弾性シート部材3cによって抑えるので、上部階においても良好な免震効果が得られる。

ここで、上記実施形態2の免震装置Aを総重量1.96MNの2階建ての上部構造物と基礎との間に設けた場合を想定して振動解析を行い、各階の振動加速度を調べた。尚、弾性シート部材3cの効果を調べるために上記実施形態1と同様のもの（支持体3が弾性シート部材3cを有していないこと以外は上記実施形態2と同じもの）についても振動解析を行った。

このとき、上記免震装置Aを設けた上部構造物と基礎との間における免震層の水平せん断特性の固有周期を2.7秒とし、等価剛性を0.98MN/mとした。そして、ヒステリシスループを、図9に示すように、平行四辺形で表すとしたとき、水平変位軸方向に対向する二辺の傾き（一次剛性という）は、弾性シート部材3cの有無により異ならせ、水平荷重軸方向に対向する二辺の傾き（二次剛性という）は共に0.57MN/mにした。具体的には、上記一次剛性は、二次剛性の一次剛性に対する比が、弾性シート部材3cが有る場合には0.3になるように設定し、弾性シート部材3cが無い場合（図9に破線で示す）には0.117になるように設定した。つまり、一次剛性は、弾性シート部材3cが有る場合には1.89MN/mにし、弾性シート部材3cが無い場合には4.86にした。そして、地震波形（振動加速度 500 cm/s^2 ）を入力して各階での水平方向の振動加速度を算出した。

上記振動解析の結果、各階の振動加速度は図10のようになった。すなわち、弾性シート部材3cが無い場合には、一階での振動低減効果は良好であるものの、二階天井部分では加速度が一階床部分に対して1.58倍とかなり大きくなる。これに対し、弾性シート部材3cが有る場合には、一階での振動低減効果は弾性シート部材3cが無い場合よりも僅かに劣るものの、二階天井部分の一階床部分に対する加速度比は1.19となり、弾性シート部材3cを設けることにより上部階における免震効果の低下を抑制できることが判る。

尚、上記実施形態 2 では、支持体 3 の弾性シート部材 3 c を、接着剤によりその上下両側の樹脂板 3 a 及び金属板 3 b に固着して三者を一体化したが、弾性シート部材 3 c を樹脂板 3 a 及び金属板 3 b に対して単に接触させるだけであってもよい。この場合、樹脂板 3 a と弾性シート部材 3 c との間及び金属板 3 b と弾性シート部材 3 c との間の各静止摩擦係数が共に樹脂板 3 a と金属板 3 b との間の静止摩擦係数よりも十分に大きく、上記三者は接着剤を用いなくても静止摩擦力のみで実質的に一体化した状態になる。

また、上記実施形態 1, 2 では、支持体 3 の最上部及び最下部に樹脂板 3 a をそれぞれ設けたが、支持体 3 の最上部及び最下部が必ずしも樹脂板 3 a である必要はなく、最上部及び最下部に金属板 3 b をそれぞれ配設してもよい。また、樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の外径は全て略同じになるようにしてもよい。この場合、金属板 3 b の外周面と上下面との各角部にも面取りを施すようにすることが望ましい。

さらに、上記実施形態 1, 2 では、樹脂板 3 a を潤滑性樹脂製とし、金属板 3 b をステンレス鋼製としたが、互いに摺動可能な樹脂板 3 a 及び金属板 3 b 間の動摩擦係数を 0.03~0.2 に設定できれば、他の樹脂や金属を用いてもよい。

また、上記実施形態 1, 2 では、上板 1 及び下板 2 並びに支持体 3 の樹脂板 3 a 及び金属板 3 b を円形に形成したが、これらを多角形状に形成してもよい。但し、この場合には、その樹脂板 3 a 及び金属板 3 b の外周面における多角形の角部は面取りを施しておくことが望ましい。

加えて、上記実施形態 1, 2 では、弾性体として樹脂板 3 a と金属板 3 b とからなる支持体 3 を内包する円筒状のゴム部材 8 を用いたが、例えば複数のコイルばねを周方向に略等間隔をあけて配置することも可能である。また、弾性体を、図 11 に示すように（図 11 では支持体 3 は実施形態 2 と同じにしているが、実施形態 1 と同じにしてもよい）、複数の弾性ゴム層 15 a と鋼板等からなる剛性板層 15 b とが上下方向に交互に積層された円筒状の積層体 15 で構成してもよい。こうすれば、上板 1 が下板 2 に対して相対的に水平方向に摺動したときに、上記弾性ゴム層 15 a がせん断変形してせん断力が発生し、このせん断力が復元力となる。この場合、積層体 15 の

弾性ゴム層 15 a に発生するせん断力と上板 1 及び下板 2 の相対撓動量との関係は、上記実施形態におけるゴム部材 8 に生じる引張力と上板 1 及び下板 2 の相対撓動量との関係に比べて線形に近く、扱い易いものとなる。さらに、上記積層体 15 と同様に弾性ゴム層 15 と剛性板層 15 とを積層したものであって積層体 15 の厚み（内外径の差）と略同じ程度のかかなり小さい径で円柱状に形成したものを複数用意して、これら円柱状の積層体を上板 1 及び下板 2 の外周部において周方向に略等間隔をあけて配置するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

本発明の免震装置は、建築物等の上部構造物と基礎との間に設けられ、地震に対する該上部構造物の揺れを抑えるものとして有用であり、特に小型で優れた免震効果を発揮する点で産業上の利用可能性は高い。

請求の範囲

1. 上部構造物と連結される上板と、該上板の下側に対向して設けられ、基礎と連結される下板と、上記上板及び下板間における外周部以外の部分に設けられ、該上板を下板に対して相対的に水平方向に摺動可能に支持する支持体と、上記上板及び下板の外周部の少なくとも一部同士を弾性的に接続して、該上板が下板に対して相対的に水平方向に摺動したときに変形する弾性体とを備え、地震に対する上記上部構造物の揺れを抑えるようにした免震装置であって、

上記支持体は、複数の樹脂板と金属板とが上下方向に交互に積層されてなり、上記金属板と該金属板の上側及び下側の少なくとも一方に隣接する樹脂板とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成されている免震装置。

2. 支持体は、該支持体の金属板と該金属板の上側及び下側のいずれか一方に隣接する樹脂板とが地震発生時に相対的に水平方向に摺動し得るように構成され、

上記支持体の金属板と該金属板の他方に隣接する樹脂板との間に弾性シート部材が介装されている請求項 1 記載の免震装置。

3. 支持体の弾性シート部材は、その上下両側の樹脂板及び金属板に固着され、

上記金属板の外径が、上記樹脂板よりも小さく設定されている請求項 2 記載の免震装置。

4. 支持体における樹脂板の外周面と上下面との各角部に、面取りが施されている請求項 3 記載の免震装置。

5. 支持体において地震発生時に互いに水平方向に摺動し得る樹脂板及び金属板間の動摩擦係数が、0.03～0.2に設定されている請求項 1 又は 2 記載の免震装置。

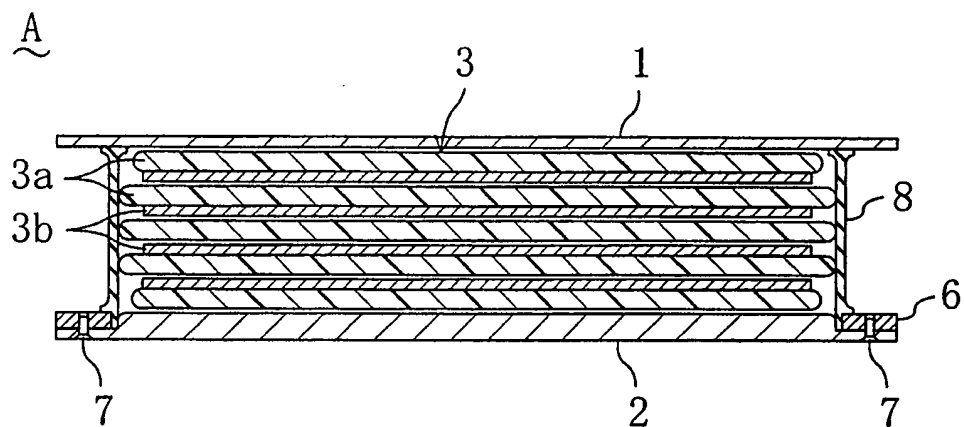
6. 弾性体は、上板及び下板の外周部全周同士を接続しかつ支持体を全周に亘って覆う筒状のゴム部材からなる請求項 1 又は 2 記載の免震装置。

7. 支持体の最上部及び最下部に、樹脂板がそれぞれ配設され、

上記両樹脂板の外径が他の樹脂板よりも小さく設定されている請求項 6 記載の免震装置。

8. 支持体の最上部及び最下部に配設された両樹脂板が、上板の下面及び下板の上面にそれぞれ固着されている請求項7記載の免震装置。

Fig. 1



2 / 10

Fig. 2

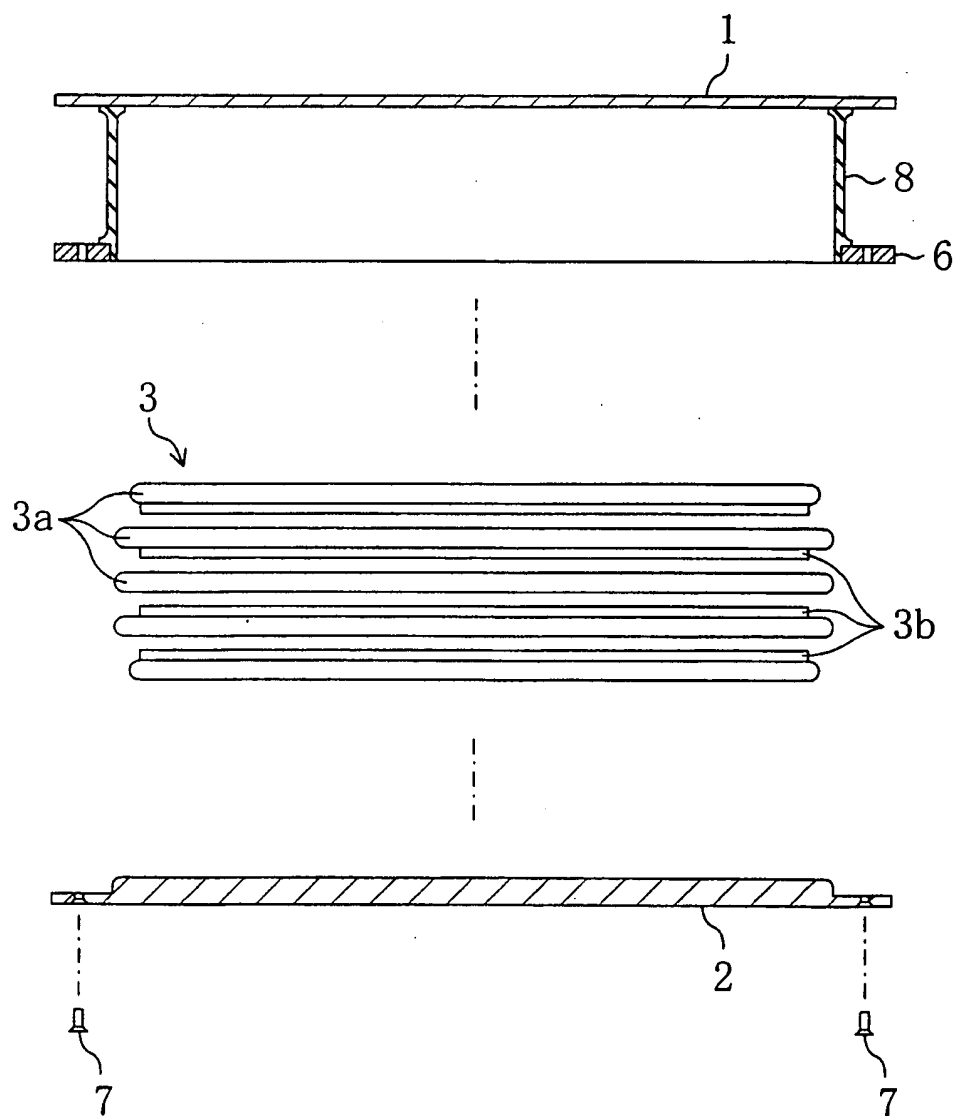


Fig. 3

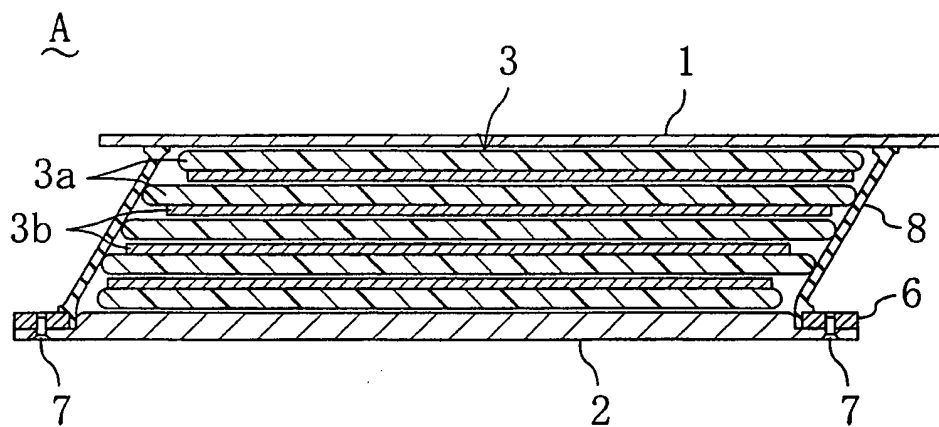


Fig. 4

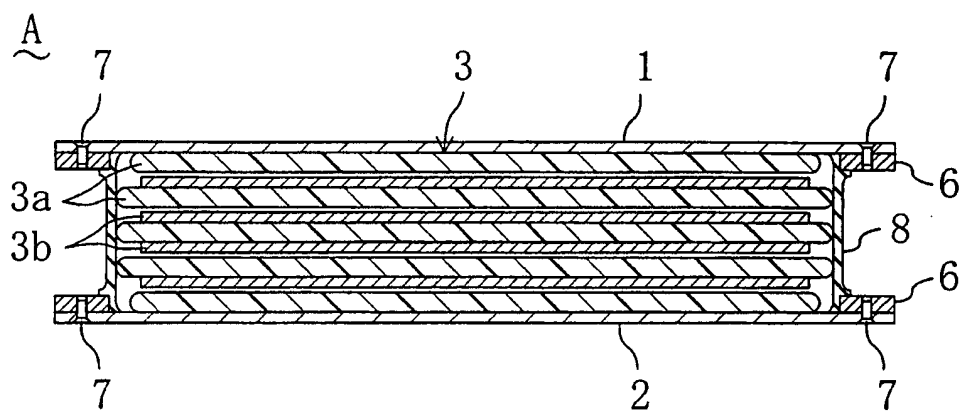


Fig. 5

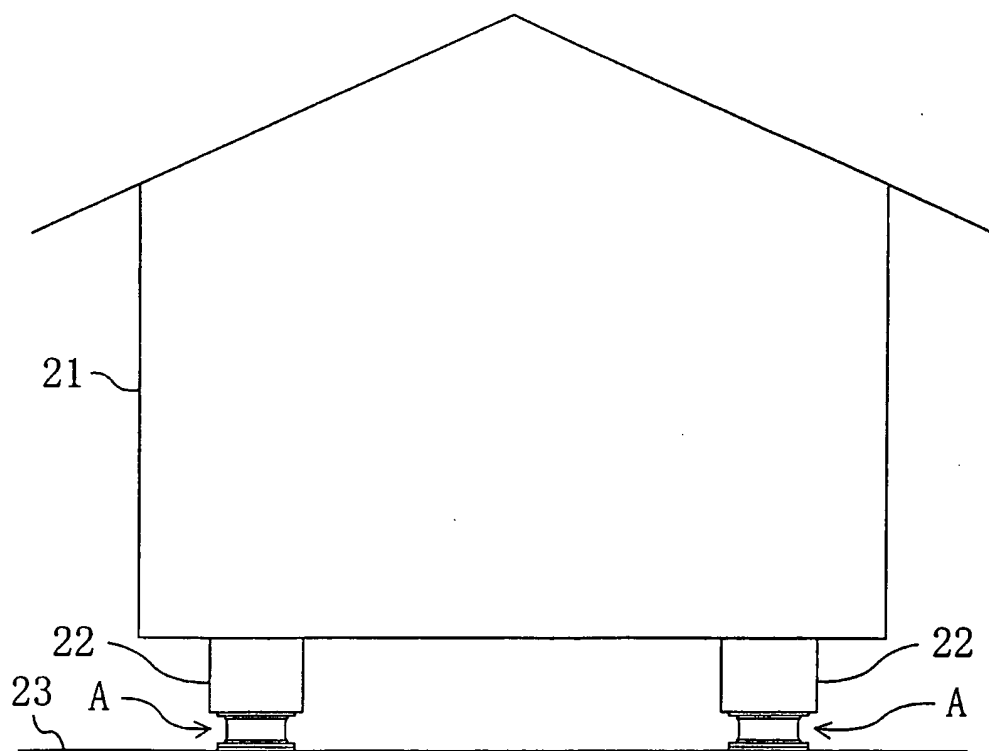


Fig. 6

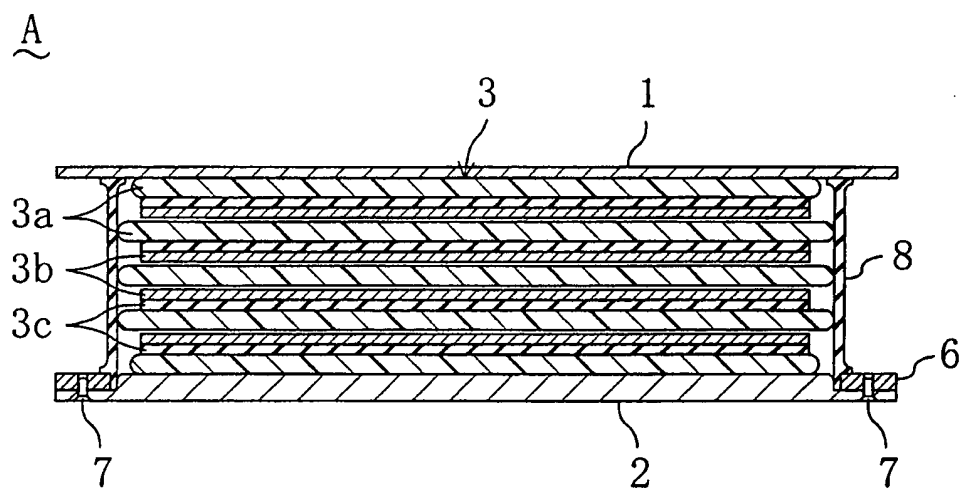


Fig. 7

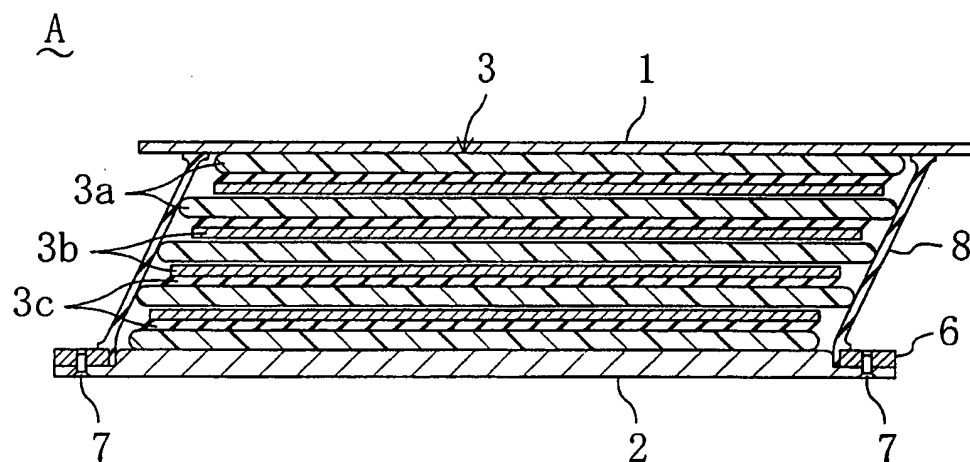
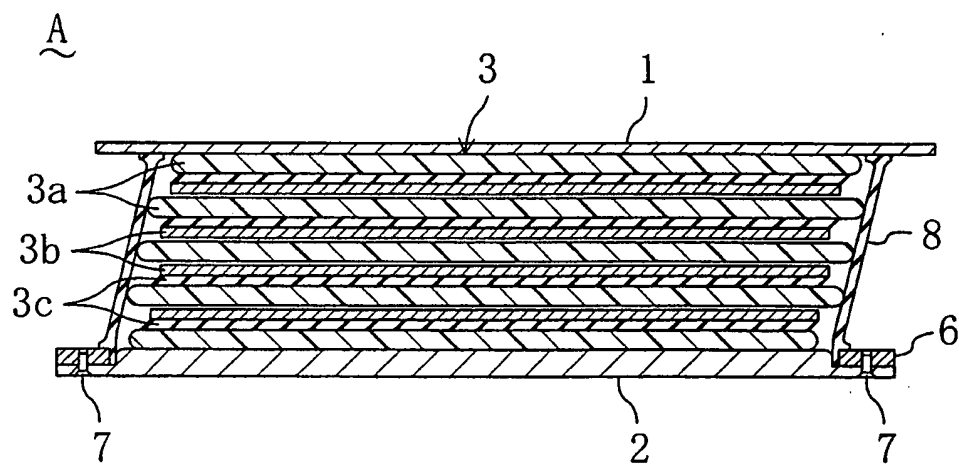


Fig. 8



9 / 10

Fig. 9

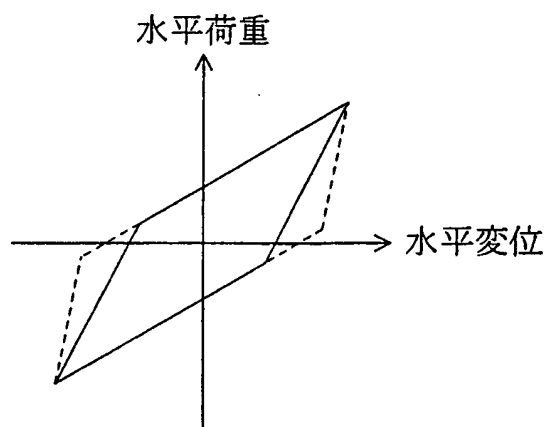


Fig. 10

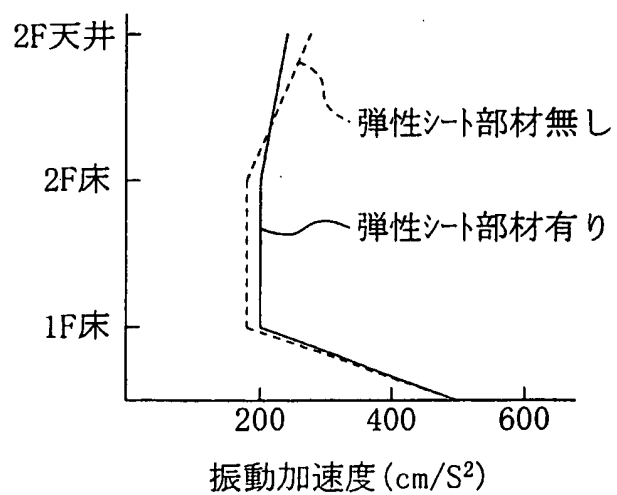
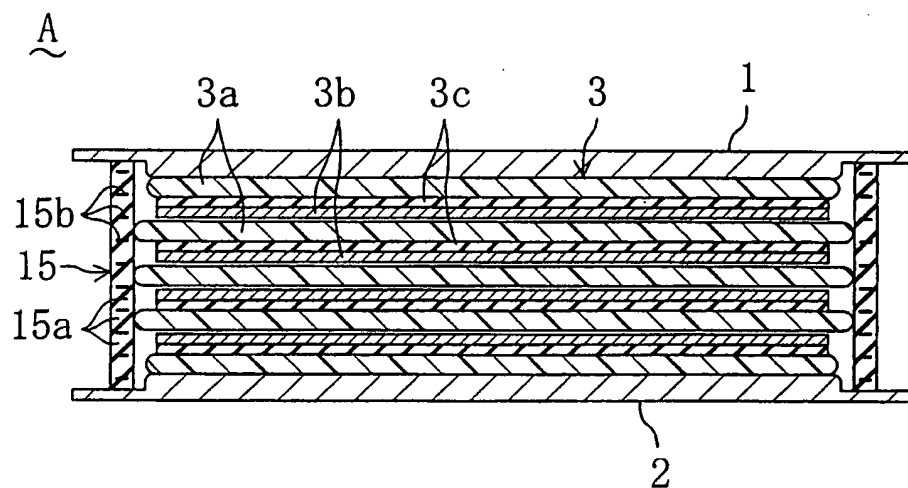


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F16F15/02, E04H9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16F15/02, E04H9/02, E04B1/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.202585/1986 (Laid-open No. 102806/1988), (Yokohama Rubber Co., Ltd.), 04 July, 1988 (04.07.88), Full text; Figs. 1-3 (Family: none)	1, 2, 5, 6
Y	JP, 57-123350, A (OKUMURA CORPORATION), 31 July, 1982 (31.07.82), page 1, lower left column, lines 5-15; Fig. 1 (Family: none)	1, 6
Y	JP, 01-268906, A (Yuichi Aida), 26 October, 1989 (26.10.89), page 1, lower left column, lines 6-17; Fig. 1 (Family: none)	2, 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 December, 1999 (28.12.99)

Date of mailing of the international search report
11 January, 2000 (11.01.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/06638

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16F15/02, E04H9/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16F15/02, E04H9/02, E04B1/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願61-202585号 (日本国実用新案登録出願公開63-102806号) の願書に最初に添付された明細書及び図面のマイクロフィルム, (横浜ゴム株式会社), 4.7月.1988 (04.07.88), 全文, 第1-3図, ファミリーなし	1, 2, 5, 6
Y	JP, 57-123350, A (株式会社奥村組), 31.7月.1982 (31.07.82), 公報第1頁左下欄第5-15行, 第1図, ファミリーなし	1, 6
Y	JP, 01-268906, A (合田裕一), 26.10月.1989 (26.10.89), 公報第1頁左下欄第6-17行, 第1図, ファミリーなし	2, 5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.12.99

国際調査報告の発送日

11.01.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長島 和子



2E 9614

電話番号 03-3581-1101 内線 3245